

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-23199
(P2002-23199A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム(参考)
G 0 2 F 1/139		G 0 2 F 1/1337	5 0 5 2 H 0 8 8
1/1337	5 0 5	1/137	5 0 5 2 H 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-207212(P2000-207212)

(22)出願日 平成12年7月7日(2000.7.7)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 片岡 真吾

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100108187

弁理士 横山 淳一

Fターム(参考) 2H088 EA02 GA02 GA17 HA02 HA03

JA04 KA14 LA09 MA10

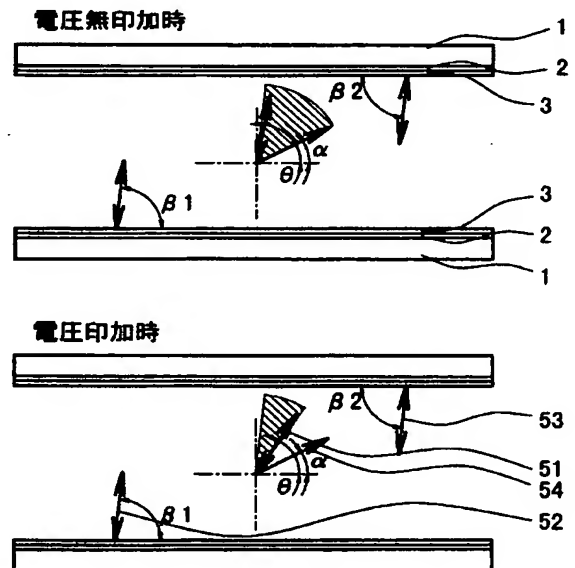
2H090 KA04 LA01 MA01 MA10 MA15

(54)【発明の名称】 液晶表示装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 MVA方式の液晶表示装置に関し、スイッチング操作時の液晶分子の電界に対する応答特性の向上を目的とする。

【解決手段】 スプレイあるいはベンド変形の液晶分子に対する液晶骨格を有する光硬化性組成物による光硬化物の濃度を0.3から3wt%とし、液晶骨格を基板に対して傾斜させた状態で形成し、液晶分子の平均傾斜角を液晶骨格の極角と基板界面近傍における液晶分子のプレチルト角が作る範囲内に納めるように構成する。



負の誘電率異方性を有する液晶分子の
傾斜の許容範囲を示す図

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明画素電極と能動素子と配向制御膜とで形成された第一の基板と、対向電極と配向制御膜とで形成された第二の基板とからなる基板対と、ネマチック液晶分子と、液晶骨格を有する光硬化性組成物で三次元的に形成された光硬化物とを含み、該基板対間に挟持された液晶層とを有し、該液晶層の変形が少なくともスプレイ変形もしくはベンド変形であり、該光硬化性組成物の濃度が 0.3 乃至 3 wt % であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記基板対の少なくとも一方の基板が突起もしくは電極の抜きを有し、該基板対の少なくとも一方の基板が前記液晶分子の長軸方向を該基板面に対し略垂直に配向させる前記配向制御層を有することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の前記液晶表示装置の製造方法であって、前記液晶骨格の極角方向が前記第一の基板となす角の平均値を α とし、該第一および第二の基板の界面における前記液晶分子のプレティルト角のそれぞれを $\beta 1$ および $\beta 2$ とし、該液晶分子が電圧無印加時に該第一の基板となす角の平均値を θ とするとき、該 α 、 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 θ が、 $\alpha < \theta < (\beta 1 + \beta 2) / 2$ 該液晶分子の誘電率異方性が負の場合には、 $(\beta 1 + \beta 2) / 2 < \theta < \alpha$ の関係であり、電圧印加時には、該 α 、 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 θ が、該液晶分子の誘電率異方性が負の場合には、 $(\beta 1 + \beta 2) / 2 - \theta < \theta - \alpha$ 該液晶分子の誘電率異方性が正の場合には、 $0 - (\beta 1 + \beta 2) / 2 < \alpha - \theta$ の関係を満たすように、前記光硬化性組成物の濃度を決定することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、基板表面に設けた突起状構造物もしくは透明画素電極の抜き（スリット）を利用して、液晶分子の配向方向を制御する MVA 方式の液晶表示装置に係り、液晶骨格を有する光硬化性組成物で形成された光硬化物を用いて液晶分子の配向方向を規制する液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置はノート型パーソナルコンピュータや携帯情報端末といったモバイル用途の他、省スペース、省エネルギーといった社会の要求からデスクトップ型コンピュータやテレビモニターなどに利用され

ている。液晶表示装置の性能は CRT モニターの性能と対比され、CRT モニターの性能を近づけるべく開発が進められている。

【0003】 CRT モニターは蛍光体の発光を利用するため、角度依存性は少なく、視角は広い。一方、液晶表示装置は光源からの光が液晶層を透過する時の液晶配列の方向を電気的に制御して透過率を変えて画像表示するが、画面に対して垂直方向のコントラストは満足されても、斜めから見るとコントラストが小さいとか色反転を生じたりと視角依存性が大きい。

【0004】 たとえば、アクティブマトリクスを用いる液晶ディスプレイ（LCD）としては、正の誘電率異方性を有する液晶材料を基板面に水平に、かつ対向する基板間では 90 度ツイストするように配向させたツイステッド・ネマティック（TN）モードの液晶表示装置が広く用いられている。この TN モード LCD の最大の欠点は視角が狭いことである。この視角特性を改善すべく種々の検討が行われている。

【0005】 たとえば、画素を多領域に分割し、各領域毎に配向方向を分散させることにより、一画素全体としての視角を広げる MVA（Multi-domain Vertical Alignment）方式などである。

【0006】 図 3 は MVA 方式液晶表示装置の概念図である。21 および 22 は上部および下部のガラス基板であり、61 および 62 は各基板上に設けた突起状構造物、5 は液晶分子である。この他に、図示していないが、透明電極、配向膜、薄膜トランジスタ（TFT）、位相差フィルムなどで構成されている。

【0007】 2 枚のガラス基板の間に誘電率異方性が負の液晶材料が封入すると、液晶分子は配向膜の規制力により略垂直に配向する。一方のガラス基板には TFT に接続された画素電極が形成されており、他方のガラス基板側には共通電極が形成されている。そして、画素電極上および共通電極上に、それぞれ突起状構造物が互いに形成されている。

【0008】 TFT が OFF 状態の場合には、突起上構造物の間隙領域にある液晶分子は基板界面とほぼ垂直な方向に配向され、突起状構造物に近接した液晶分子は斜面に垂直な方向に配向されている。

【0009】 そして、TFT を ON 状態にした場合には、液晶に電界が掛かり、基板に垂直な方向から倒れようとするが、突起状構造物の傾斜により、最初から倒れていた液晶分子の倒れの方向に規制されて、その傾斜が間隙領域の液晶分子に伝播する。

【0010】 図 4 は、MVA 方式の液晶表示装置の 1 画素内における液晶分子の傾斜方向を示す図である。61 および 62 は上下基板に設けた突起状構造物、7 は下部基板に設けた画素電極である。1 画素は赤、緑、青の 3 つの縦長の領域に分割されている。突起状構造物 61 お

よび 62 は 1 画素内で方向を 90 度曲げている。

【0011】この構造の例では、上下基板に設けられた突起状構造物の間隙領域は A、B、C および D の 4 つのドメインに分割され、各ドメインにおける液晶分子の配向方向は互いに 90 度ずつ異なっている。このように MVA 方式の液晶表示装置では、TFT を ON 状態にした際に液晶分子が複数の方向に配向するので、視角が拡大することになる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】MVA 方式の液晶表示装置は、中間調での応答が比較的遅いという問題点を有している。MVA 方式の場合、基板表面に設けた突起状構造物やスリットにより液晶分子の傾斜配向を規定しているため、液晶分子のスイッチング動作は構造物近傍から間隙部への液晶分子の傾斜配向の伝播という過程で行われる。

【0013】図 5 に、負の誘電率異方性を有する液晶分子の傾斜の伝播の様子を示す。図中の 6 は突起状構造物、他は図 3 と同様である。図の上部に初期の液晶分子の配向状態を示す。図の下部は 21 および 22 に電圧をステップ状に印加してから一定時間経過した後の状態を示す。

【0014】最初、突起状構造物近くの液晶分子が電圧変化の影響を受けて倒れ角が大きくなる。この変化を受けて、突起状構造物に接せず傾斜した液晶分子の近い所にある液晶分子が倒れ、順次傾斜が伝播して行く。その最終状態における傾斜の状態を実線で示す。点線は印加電圧が小さい中間調であり、電界による規制力も小さいため、領域全体の液晶分子への伝播が完了するまでに長い時間を要してしまう。これが MVA 方式の中間調での応答が遅い最も大きな原因である。

【0015】本発明は、特に MVA 方式の液晶表示装置において、スイッチング動作時の液晶分子の傾斜配向を表示領域全体に同時に傾斜させ、電界に対する液晶分子の応答性自身をも向上することによって、全階調において高速な応答特性を示す液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の原理を図 1 に示す。図中、1 はガラス基板、2 は電極、3 は配向膜、51 は全液晶分子の平均的な長軸方向を表し、52 および 53 は第 1 および第 2 のガラス基板の表面近傍において配向制御膜によって規制された液晶分子の長軸方向を表し、54 は液晶骨格の平均的な極角方向を表している。配向膜の規制力だけしか受けない場合には平均的な全液晶分子は二つのプレチルト角を平均した方向に配向する。

【0017】しかし、液晶骨格を添加することにより、配向膜の規制力と液晶骨格の規制力の合成力が働いて液晶分子は傾斜する。そのときの液晶分子は、電圧無印加

時の斜線で示した範囲で傾斜する。この傾斜の大きさは液晶骨格の液晶に対する割合、液晶骨格の傾斜角の大きさにより任意に変えることができる。

【0018】またこのとき、液晶分子には液晶骨格の配向方向へ傾斜させようとする力が存在しているため、ラビングなどの界面のみで傾斜配向している状態よりも高速スイッチングが可能となる。

【0019】しかし、液晶分子に対する液晶骨格の引力が強すぎる場合には液晶分子は液晶骨格と同一方向に配向し、電圧印加時の傾斜に対する束縛が大きくなってしまい、逆に特性（コントラスト比など）を下げる結果となってしまう。

【0020】すなわち、液晶骨格の極角方向とガラス基板面との成す平均傾斜角を α 、上下基板界面における液晶分子のプレチルト角の一方を $\beta 1$ 、他を $\beta 2$ とした時、液晶分子の電圧無印加時の平均傾斜角 θ が、

(1) 液晶分子の誘電率異方性が負の場合、

$$\alpha < \theta < (\beta 1 + \beta 2) / 2$$

(2) 液晶分子の誘電率異方性が正の場合、

$$(\beta 1 + \beta 2) / 2 < \theta < \alpha$$

を満たす。(誘電率異方性が負の場合、図 1 の電圧無印加時の斜線で示す範囲) さらに視角特性、応答特性から、駆動時における液晶層の変形は主にスプレイもしくはベンドを利用するモードであることが極めて重要となる。

【0021】また、このとき、液晶層における液晶骨格を有する光硬化性組成物の光硬化物の濃度が 0.3 から 3 wt% であり、かつ液晶層に閾値電圧以上の電圧を印加し、液晶層が変形した状態で光を照射しつつ液晶骨格の傾斜角を固定化させ、

(3) 液晶分子の誘電率異方性が負の場合、

$$(\beta 1 + \beta 2) / 2 - \theta < \theta - \alpha$$

(4) 液晶分子の誘電率異方性が正の場合、

$$\theta - (\beta 1 + \beta 2) / 2 < \alpha - \theta$$

を満たすように、液晶分子と液晶骨格を配向することが望ましい。(誘電率異方性が負の場合、図 1 の電圧印加時の斜線で示す範囲)

液晶骨格を有する光硬化性生成物の光硬化物の濃度は 0.3 から 3 wt% の中でも特に 1.0 から 2.0 wt% であることが最も望ましい。

【0022】なお、本発明は基板界面だけではなく液晶層のバルク全体に対して初期傾斜の付与を実現するとともに、任意の傾斜角に制御可能であるため、ラビングなどの配向制御を施す方式に対しても改善効果を得ることができる。

【0023】本発明者らは、全面同時傾斜による大幅な応答速度の高速化は、液晶層中の液晶骨格を有する光硬化性組成物による光硬化物を、液晶骨格を基板に対して傾斜させた状態で形成することで実現可能であることを見出した。

【0024】請求項1による液晶表示装置では、ネマチック液晶層に液晶骨格を有する光硬化性組成物を0.3乃至3wt%添加し、液晶骨格を一定の方向に傾斜した状態で光重合して光硬化物を形成するものであり、液晶層の変形はスプレイ変形もしくはベンド変形に限定する。

【0025】請求項1に係る本発明では、液晶骨格がその近傍の液晶分子に所定の配向傾斜角を与えるため、表示信号電圧が液晶層に印加された時に全面同時に配向方向がそろい、応答速度が向上する。

【0026】請求項2による液晶表示装置では、MVA方式の液晶表示装置を構成するための対向基板の構造として、少なくとも一方の基板表面に突起状構造物もしくは抜き(スリット)を形成した透明画素電極を有し、少なくとも一方の基板面には液晶分子長軸方向を基板面に対し略垂直に配向させる配向制御層を設け、または、少なくとも一方の配向制御層は配向処理しないようにする。

【0027】請求項2の液晶表示装置では、請求項1の液晶層を制御するための基板構造を規定している。

【0028】請求項3による液晶表示装置の製造方法では、請求項1に記載の液晶層に含まれる液晶分子の長軸方向が、他のパラメータであるプレチルト角や液晶骨格の極核方向との間の関係が以下の条件を満たすように、光硬化性組成物の濃度を規定する。即ち、液晶層に印加する電圧が0Vの時、液晶分子の誘電率異方性が負の場合には、

$$\alpha < \theta < (\beta_1 + \beta_2) / 2$$

該液晶分子の誘電率異方性が正の場合には、

$$(\beta_1 + \beta_2) / 2 < \theta < \alpha$$

かつ、電圧印加時には、該液晶分子の誘電率異方性が負の場合には、

$$(\beta_1 + \beta_2) / 2 - \theta < \theta - \alpha$$

該液晶分子の誘電率異方性が正の場合には、

$$0 - (\beta_1 + \beta_2) / 2 < \alpha - \theta$$

となるよう、光硬化性組成物の濃度を定める製造方法である。

【0029】請求項3に係る本発明は、液晶骨格の傾斜角および液晶骨格の量に依存して変わる液晶分子の傾斜角を所定の範囲内に納めるために光硬化性組成物の濃度を決定する条件を規定することにより、表示領域全面にわたって液晶分子の応答速度を高める。

【0030】

【発明の実施の形態】MVA方式における応答速度を改善するためには課題において述べたように、傾斜の伝播に要する時間を零にし、表示領域全面を同時に傾斜させなくてはならない。この全面同時傾斜を実現させるためには、電圧無印加状態において液晶分子を全面にわたり基板界面に対して傾斜させておくことが、極めて有効であるが、MVAの方式に適用可能な具体的手段につい

ては今まで明示されていなかった。

【0031】鋭意試行の結果、全面同時傾斜による大幅な応答速度の高速化は、液晶層中の液晶骨格を有する光硬化性組成物による光硬化物を、液晶骨格を基板に対して傾斜させた状態で形成することで実現可能であることを見出した。

【0032】図2は光硬化物の形成の様子を示す図である。図中の4は液晶に印加した電圧によって生じる電界、5は液晶分子、8は液晶モノマー、9は主鎖、10は紫外線、55は液晶骨格である。液晶と、液晶モノマーを混合し、最大透過率を得る電圧まで印加して、液晶中に電界を発生させる。

【0033】その結果、負の誘電率異方性を有する液晶分子、および液晶モノマーはある角度に傾斜する。液晶骨格を有する光硬化性組成物である液晶モノマー8は紫外線10を用いて光重合し、硬化する。その結果、主鎖8に連なる液晶骨格55は一定の方向に傾斜した状態で固定化される。これが光硬化物である。

【0034】本発明第1の実施例を以下に示す。一方の基板にはTFETトランジスタを具備した画素電極と突起状構造物が形成され、他方の基板には共通電極と突起状構造物が形成されている。この2枚のガラス基板の間に、メルク・ジャパン株式会社製の液晶MJ-961213に大日本インキ株式会社製の液晶モノアクリレートモノマーUCL-001-K1を添加し、注入後電圧を印加しながら紫外線を照射し、液晶骨格が表示領域において基板面に対しおよそ30°となった状態で硬化させたMVAパネルを作製した。

【0035】ここで、配向膜にはJSR株式会社製のポリアミック酸材料JAIS-684を用い、上下基板にはシプレイ株式会社製レジストLC-200により高さ1.5μm、幅10μmの突起状構造物を間隔37.5μmとなるように設け、セル厚は4.0μmとした。

【0036】図6は液晶骨格モノマーの添加量をパラメータとして、液晶分子の応答速度を測定したものである。このグラフから、添加量が0.3wt%で応答速度にわずかの改善が見られ始めるが、高電圧側においても傾斜方向を強く規制するためには1.0wt%前後必要であることが判る。2.0wt%程度で値が飽和し始める。

【0037】図7は図6の測定と同時に測定したモノマー添加量に対する絶対透過率とコントラストを示している。図中、実線は明状態(印加電圧5.5V)および暗状態(印加電圧0V)の透過率、点線はコントラストである。添加量が1.5wt%までは明状態の透過率、コントラストとも高い値を保っているが、2.0wt%にかけてコントラストが急激に低下する。また、3.0wt%ではほとんど液晶分子は液晶骨格方向に配向するとともに大きな散乱が見られる。

【0038】液晶モノマー(光硬化物)の濃度が0.3

乃至 1.5 wt% の低い場合には、階調重視の分野に、1.5 乃至 3.0 wt% の高い場合には、応答速度重視の分野への利用が考えられる。

【0039】本発明第 2 の実施例では、実施例 1 と同じ液晶材料、配向膜材料、モノマー材料を用いて、上下配向膜面にラビング処理を施し、注入後電圧を印加しながら紫外線を照射し、液晶骨格が表示領域において基板面に対しおよそ 30° となった状態で硬化させたパネルを作製した。ここで、添加量は 2.0 wt% とし、ラビングは上下基板で反平行および 90° ずらしたものの 2 通りとした。また、セル厚は 4.0 μm である。結果を図 8 に示す。90° ずらしてラビングを施したパネルの方が応答速度が遅くなった。

【0040】90° ずらした場合はツイスト変形にあたり、反平行の場合はスプレイ変形にあたる。このように、本発明における液晶層の変形はツイストを除く、スプレイもしくはベンドに依るものとした。

【0041】本発明第 3 の実施例では、使用材料および突起状構造物の形成条件、セル厚は実施例 1 と同じ MV

液晶骨格・液晶分子の角度と配向・散乱状態

β	α	θ	$\beta - \theta < \theta - \alpha$	配向	散乱
90	80	89	<	○	○
90	80	88	<	○	○
90	80	83	>	×	×
90	60	89	<	○	○
90	60	85	<	△	△
90	60	70	>	×	×
90	30	89	<	○	○
90	30	60	=	×	×
90	30	40	>	×	×

(注) ○: 配向; 良好、散乱; 無し
 △: 配向; やや悪い、散乱; 幾らか有り
 ×: 配向; 悪い、散乱; 多い

【0044】

【発明の効果】本発明を用いることにより、表示領域全体を同時に傾斜させるだけでなく、電界に対する液晶分子の応答性自身をも向上し、全階調において極めて高速な応答特性を良好な配向状態を維持したまま実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の液晶分子の配向方向を示す図

【図 2】 光硬化物の形成を示す図

【図 3】 MVA 方式液晶表示装置の概念図

【図 4】 液晶分子の傾斜方向を示す図

【図 5】 液晶分子の傾斜伝播を示す図

【図 6】 応答速度のモノマー添加量依存性を示す図

【図 7】 コントラストのモノマー添加量依存性を示す図

【図 8】 ねじれ変形の有無による応答速度の変化を示す図

A パネルを用いて、硬化時の液晶骨格の角度および液晶分子の平均傾斜角を変えたものを試作し、配向状態およびポリマーによる散乱度を調べた。ここで、液晶分子の平均傾斜角はモノマーの添加量により制御を行い、角度の値は電圧無印加時の透過率から計算にて求めた。

【0042】結果を表 1 に示す。ここで、 $\beta = (\beta_1 + \beta_2) / 2$ である。良好な配向・散乱状態が得られるのは配向膜による規制角度 (β)、液晶分子の傾斜角 (θ) と液晶骨格の傾斜角 (α) が、

$$\beta - \theta < \theta - \alpha$$

の関係が成り立つ時である。液晶分子の傾斜角が配向膜規制角から離れて液晶骨格の傾斜角に近づくと、配向・散乱状態は劣化する。これは、モノマーの添加量を増やして行くと、セル中に形成したポリマーによる散乱が強くなると共に、ポリマー形成時に液晶分子のダイレクタが乱されるためである。

【0043】

【表 1】

【符号の説明】

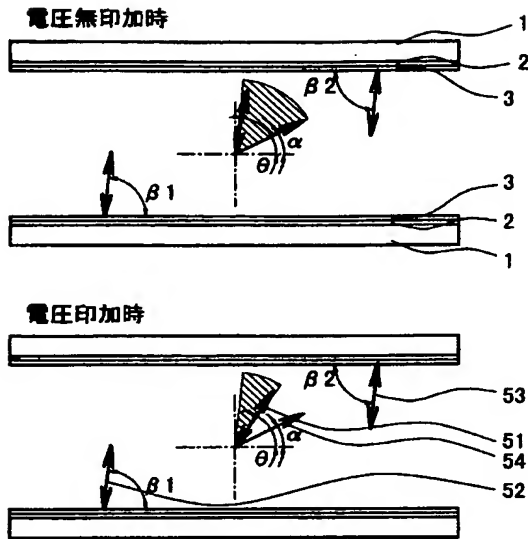
- 1 基板
- 2 電極
- 3 配向膜
- 4 電界
- 5 液晶分子
- 6 突起状構造物
- 7 画素電極
- 8 液晶モノマー
- 9 主鎖
- 10 紫外線
- 21 上部ガラス基板
- 22 下部ガラス基板
- 51 全液晶分子の長軸方向の平均
- 52 第 1 のガラス基板での液晶分子の長軸方向 (プレチルト角)
- 53 第 2 のガラス基板での液晶分子の長軸方向 (プレ

チルト角)

54 液晶骨格の極角方向の平均

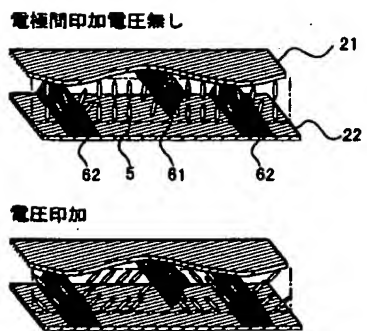
55 液晶骨格

【図1】



負の誘電率異方性を有する液晶分子の傾斜の許容範囲を示す図

【図3】

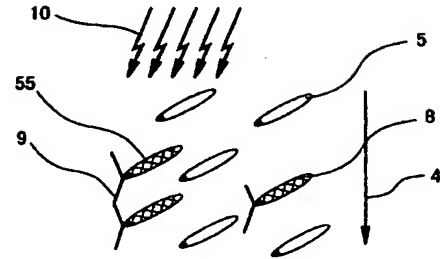


MVA方式液晶表示装置の概念図

61 上部基板の突起状構造物

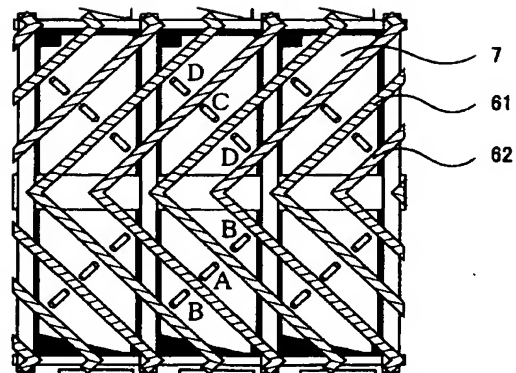
62 下部基板の突起状構造物

【図2】



光硬化物の形成を示す図

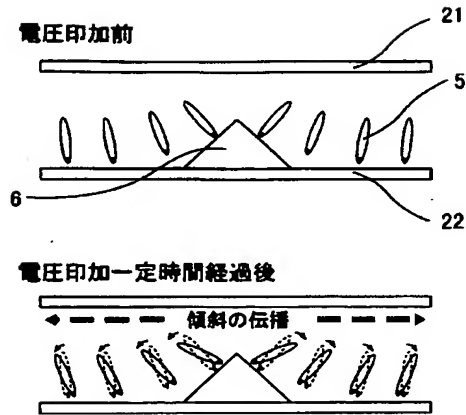
【図4】



ドメインの方向

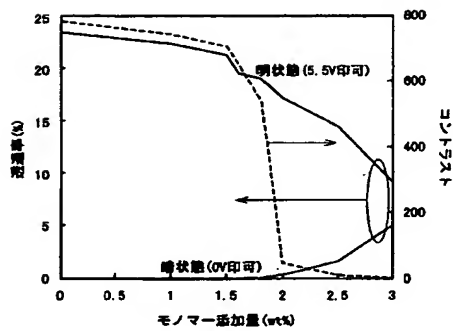
液晶分子の傾斜方向を示す図

【図 5】



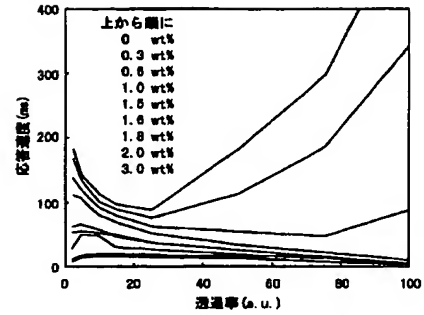
液晶分子の傾斜伝播を示す図

【図 7】



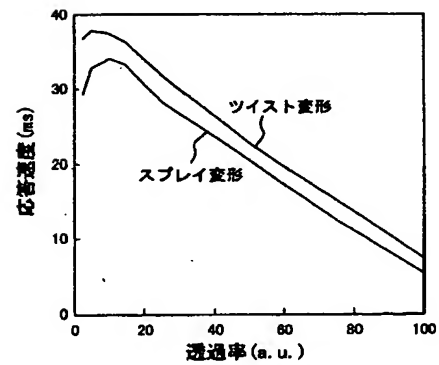
コントラストのモノマー添加量依存性を示す図

【図 6】



応答速度のモノマー添加量依存性を示す図

【図 8】



ねじれ変形の有無による応答速度の変化を示す図